

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАТУОИДОВ ПО ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИМ СПЕКТРАМ АВЕНИНА ОВСА В ПОЛИМОРФНОМ СОРТЕ ПРИВЕТ

Н. К. Губарева, Н. М. Мартыненко, М. И. Литовченко

В посевах культурного овса при неблагоприятных условиях выращивания появляются фатуоиды — растения с морфологическими признаками овсюга — дикого овса, являющегося злостным сорняком. Проблема фатуоидов особенно обострилась с созданием сортов-популяций. Одним из таких сортов является районированный в ряде регионов России сорт овса Привет. Изучение электрофоретических спектров авенина сорта Привет, выделенных из него фатуоидов и овсюгов показало, что фатуоиды по спектрам авенина идентичны сорту Привет. Это указывает на то, что обнаружение фатуоидов, со спектрами авенина идентичными сорту Привет, не должно служить основанием для выбраковки партий семян овса. Таким образом, электрофорез авенина — объективный и надежный метод лабораторного семенного контроля как для однородных, так и для полиморфных сортов овса.

**Ключевые слова:** овес, фатуоиды, электрофоретический спектр, авенин.

## AVENIN ELECTROPHORETIC PATTERNS FOR FATUOIDS IDENTIFICATION IN POLYMORPHIC OAT VARIETY PRIVET

N. K. Gubareva, N. M. Martynenko, M. I. Litovchenko

The possibilities of fatuoids identification in polymorphic oat variety Privet by means avenin electrophoresis is studied. Nine types of avenin electrophoretic patterns were found in seeds of variety Privet. Fatuoids and their posterity have the same avenin pattern types. Similar types of avenin patterns have not found in wild oats. Thus avenin electrophoresis can serve as a rapid and effective method for determination of nature of fatuoids and it can be used successfully for purity testing of polymorphic oat variety seed lots.

**Keywords:** oat, fatuoids, avenin electrophoretic patterns.

### Введение

Овес — ведущая зерновая культура на северо-западе России. Серьезной проблемой в работе с этой культурой является появление в посевах культурного овса фатуоидов — растений с морфологическими признаками, характерными для дикого овса — овсюга, который является злостным сорняком. Присутствие семян овсюга в партиях семян культурного овса недопустимо. Фатуоиды возникают в посевах овса при неблагоприятных условиях выращивания (недостаточно окультуренные почвы, нарушения агротехники, избыточное увлажнение и др.) [1]. Изучение наследственных свойств фатуоидов показало, что до 70 % потомств фатуоидов теряют основной морфологический признак, объединяющий их с овсюгом — подковку [2]. Таким образом, фатуоиды не являются сорняками, и отождествлять их с овсюгами нельзя. В свое время А. Н. Лопатин [1] также отмечал различия в способности сортов овса образовывать фатуоиды. Из трех изученных им сортов наибольшей склонностью к образованию фатуоидов характеризуется сорт Хадмерслебнер, наименьшей — Золотой дождь. Сорт Пшебуй II занимает промежуточное положение. Чтобы уйти от необоснованной выбраковки огромных партий семян овса, необходимы методы надежного различения фатуоидов и овсюгов.

Около 30 лет назад отечественные и зарубежные исследователи установили, что фатуоиды и овсюги разли-

чаются по составу запасных белков семян — авенинов [1, 3 – 6]. Выявляются эти различия методом электрофореза. Электрофоретические спектры авенинов овсюга значительно отличаются от спектров авенина культурного овса, тогда как спектры авенинов фатуоидов идентичны таковым тех сортов овса, в посевах которых они возникают. В связи с этим в цитируемых выше работах даны рекомендации использовать электрофорез авенинов для определения природы семян с отклоняющимися морфологическими признаками. Если авенины таких семян отличаются от авенинов сорта, в котором они обнаружены, партия семян считается засоренной овсюгом. Однако упомянутые выше исследователи работали с сортами овса, созданными в середине XX века. Большинство из них однородны морфологически и генетически. Внутри таких сортов отсутствовали различия по электрофоретическим спектрам авенина [7 – 9].

В последнее десятилетие в селекции овса наблюдается тенденция к созданию сортов-популяций. Одним из таких сортов является районированный в нескольких регионах РФ сорт Привет. Сорт склонен к образованию фатуоидов, но их идентификация затруднена тем, что у него выявлены зерновки с несколькими типами спектров авенина.

В связи со сказанным выше мы предприняли изучение электрофоретических спектров авенина сорта Привет, а также выделенных из него фатуоидов и овсюгов с целью разработки подходов к идентификации фа-

туоидов в сортах-популяциях и совершенствования методов семенного контроля овса.

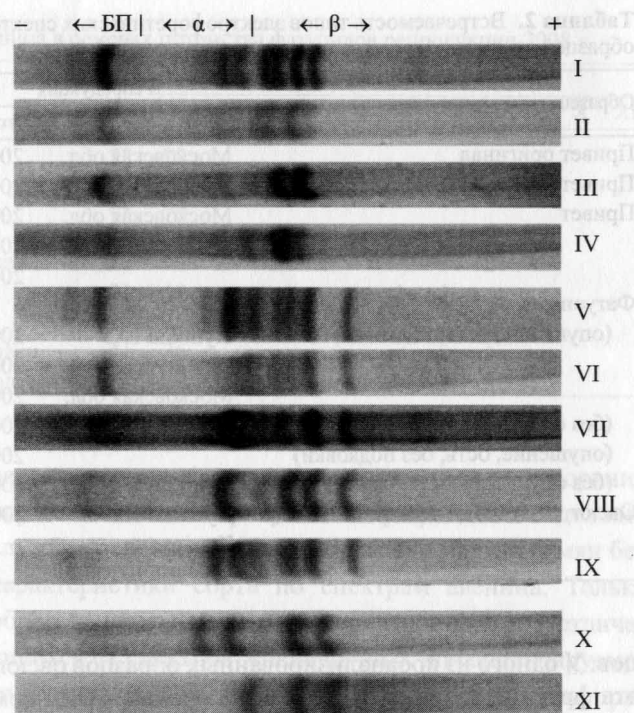
## Методы исследования

Материалом для исследования служили семена овса сорта Привет: от оригинатора ГНУ НИИСХ ЦРНЗ, из коллекции ГНЦ РФ ВИР им. Н. И. Вавилова, трех репродукций этого сорта, семена фатуоидов, выявленных в партиях семян сорта Привет, потомства этих фатуоидов, а также семена овсюга из коллекции ВИР и коллекции Государственной семенной инспекции. Всего было проанализировано 824 зерновок.

Зерновки освобождали от колосковых чешуй и измельчали. Авенины экстрагировали из индивидуальных зерновок 6М раствором мочевины в соотношении 1:10 в течение ночи при 4 °С. Электрофорез проводили в вертикальных пластинах 7,5 % полиакриламидного геля в ацетатном буфере рН 3,1. Время электрофореза 4,5 ч. После электрофореза пластины окрашивали в 0,25 % красителе для белков Кумасси G-250, растворенном в 12,5 % трихлоруксусной кислоте. Состав фракций и компонентов авенина определяли по эталонному спектру проламинов злаков и записывали в виде белковых формул. В качестве стандартов использовали спектр глиадина пшеницы сорта Мироновская 808 и спектр авенина овса сорта Астор. Суммарный спектр авенина состоит из трех фракций — быстрых проламинов (БП), α- и β-проламинов — и может быть записан в виде формулы: БП 7654321 α1234567 β12345 [4, 10].

## Результаты и обсуждение

При электрофоретическом анализе авенинов 406 зерновок из оригинальных семян и четырех репродукций сорта Привет выявлено 9 типов спектров авенина. При анализе авенинов 163 зерновок фатуоидов, обнаруженных в посевах сорта Привет, выявлено 7 типов спектров, идентичных типам сорта. Пять из этих же типов спектров обнаружены при анализе 210 зерновок потомства фатуоидов. У двух образцов овсюга (45 зерновок) выявлено 2 типа спектров (рисунок). Все спек-



Типы электрофоретических спектров авенина, выявленных в зерновках овса сорта Привет, выделенных из него фатуоидов (I – IX) и образцов овсюга (X, XI)

тры различаются по составу и интенсивности компонентов БП, α- и β-авенинов. В табл. 1 состав типов спектров приведен с учетом интенсивности проявления компонентов. Интенсивность компонентов оценивали визуально по пятибалльной шкале (1 — очень слабый, 2 — слабый, 3 — средний, 4 — интенсивный, 5 — очень интенсивный).

В спектрах авенинов изученных нами семян культурного овса, фатуоидов и овсюгов наблюдалось от 4 до 12 компонентов. Наименьшее число компонентов характерно для овсюгов; у одного из них выявляется 4, у другого — 6 компонентов (рисунок, X и XI).

Зона БП, состоящая из четырех компонентов, имеется в спектрах авенинов всех зерновок овса и фатуои-

**Таблица 1.** Состав компонентов типов электрофоретических спектров авенина, выявленных в семенах сорта Привет, выделенных из него фатуоидов и образцов овсюга

Тип* спектра	БП							α-проламин							β-проламин						
	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6 <sub>1</sub>	6 <sub>2</sub>	7	1	2	3	4 <sub>1</sub>	4 <sub>2</sub>	5
I	1		1		3		4					2	3		2	3	3	3			3
II	1		1		3		4					2	3		2	3	3	3			2
III	1		1		3		4					2	3		3	4	5				
IV	1		1		3		4					1	3		3	5	3				
V	1		1		3		4					1	3	3	3	3	4				3
VI	1		1		3		4					2	4		3	3	4				3
VII	1		1		3		1					4			2	3		4			3
VIII	1		1		3		1					4			2		4	4			3
IX	1		1		3		1					3	3		2		3	4			3
X					1				3			4			1		3		3		
XI														3		1		3			3

\* Здесь и в табл. 2, 3 нумерация типов спектров такая же, как на рисунке.

**Таблица 2.** Встречаемость типов электрофоретических спектров авенина в семенах сорта Привет, выделенных из него фатуоидов и в образцах овсюга

Образец	Репродукция		Число зерен	Тип спектра										
	место	год		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Привет оригинал	Московская обл.	2003	145	128	4	2	1	1	1	1	6	1		
Привет ВИР к-14787	Пушкин ВИР	2006	50	45						1	3			
Привет	Московская обл.	2006	120	117	2			1						
	Пушкин ГАУ	2006	40	37								3		
		2007	51	43	5			3						
Фатуоид (опушение, ость, подковка)	Пушкин ГАУ	2007	63	61	2									
		2006	37	37										
	Московская обл.	2006	20	18	1									
		2006	6	1						1	1	3		
	(без опушения, ость, подковка)	Пушкин ГАУ	2006	17	11	1			1		2		2	
	(опушение, ость, без подковки)	Пушкин ГАУ	2006	20	20									
(без опушения, ость, без подковки)	Пушкин ГАУ	2006	17	11	1			1		2		2		
Овсюг	Пушкин ГАУ	2007	25										25	
	Коллекция		20											20
	Госсеминаспекции													

дов. У одного из проанализированных образцов овсюга эта фракция авенина представлена очень слабым компонентом 3, а у другого она полностью отсутствует. Спектры всех фатуоидов, как и сорта Привет, имеют зону БП, представленную двумя вариантами — один характерен для I–VI, другой — для VII–IX типов спектров. Спектры  $\alpha$ -авенина включают от двух до четырех компонентов. Только у двух образцов встретились  $\alpha_2$  и  $\alpha_6$ . У большинства образцов присутствуют компоненты  $\alpha_5$  и  $\alpha_7$ . Однако их интенсивность варьирует от 1 до 4. Одинаковый набор компонентов выявлен только у I и II, а также у VII и VIII типов. В  $\beta$ -зоне наблюдается от двух до четырех компонентов. Только два типа спектра авенина (V и VI) имеют одинаковый набор компонентов в этой зоне.

В семенах образца сорта Привет, полученного от оригинатора, 88 % из проанализированных зерновок имеют I тип спектра (рисунок, табл. 2). Остальные 8 типов встретились с частотой от 1 до 4 %. По составу типов спектров наиболее близок к оригиналу образец сорта Привет из коллекции ВИР. В трех репродукциях сорта Привет также преобладали зерновки с I типом спектра. Зерновки с другими типами спектров, идентичными спектрам оригинала, встречаются в репродукциях с разной частотой. Новых типов спектров не обнаружено. Для всех пяти исследованных образцов семян сорта Привет характерно значительное преобладание I типа спектра авенина и редких типов, общих для всех изученных образцов. Таким образом, для сорта Привет характерно наличие нескольких типов спектров авенина с преобладанием I типа спектра. Преобладание I типа спектра авенина характерно также для всех шести изученных образцов фатуоидов. У большинства фатуоидов обнаружены редкие типы авенина, идентичные типам, выявленным в сорте Привет. Спектров авенина, отличных от тех, которые имеются у сорта Привет, у фатуоидов не обнаружено. У фатуоидов наблюдается некоторая связь между морфологическими признаками и типами спектров авенина. Для фатуоидов

с опушением (независимо от проявления других признаков — ость и подковка) характерна высокая частота встречаемости зерновок с I типом спектра авенина. В качестве редких у этих фатуоидов обнаружены в основном зерновки со II типом спектра, близким к I типу. У фатуоидов без опушения частота встречаемости I типа невысока, а в качестве редких присутствуют VI–VIII типы спектров. Эта связь между фатуоидными признаками и типами спектров авенина проявляется независимо от года и места репродукции семян. Следует еще раз подчеркнуть, что у фатуоидов обнаружены только те типы спектров авенина, которые есть у сорта Привет.

Особого внимания заслуживает анализ спектров авенина у образцов овсюга. У каждого образца овсюга обнаружено по одному типу спектра авенина — X тип у одного и XI тип у другого. Как видно на рисунке, эти типы спектров авенина отличаются от таковых, выявленных у сорта Привет и фатуоидов.

Представление о природе фатуоидов до сих пор не устоялось. Мнение о том, что фатуоиды являются результатом мутаций, принято не всеми исследователями. Версии о мутантной природе фатуоидов противоречат известные факты изменчивости их морфологических признаков в потомстве. В потомстве исследуемых нами фатуоидов в первой репродукции в одних образцах наблюдается сохранение морфологических признаков, в других — большее или меньшее изменение их (табл. 3). В потомстве так называемых гомозиготных фатуоидов, имеющих опушение, ость и подковку (выявлены в партиях овса сорта Привет, выращенных в Пушкине в 2007 г. и в Московской области в 2006 г.), не обнаружено изменений ни морфологических признаков, ни спектров авенина. Все зерновки имеют преобладающий в сорте Привет I тип спектра авенина.

Фатуоиды с остью, без подковки и без опушения в потомстве дали три морфологических варианта. Треть семян не имеет ости и, следовательно, морфологически соответствует культурному овсу. Еще треть семян ока-

**Таблица 3.** Встречаемость типов электрофоретических спектров авенина в семенах потомства фатуоидов репродукции 2008 г.

Образец фатуоида	Место, год	Потомство	Число зерен	Тип спектра												
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
Опушение, ость, подковка	Пушкин ГАУ, 2007 Московская обл., 2006	Опушение, ость, подковка	22	22												
		Опушение, ость, без подковки	20	18										2		
Без опушения, ость, без подковки	Пушкин ГАУ, 2006	Культурный овес	22	22												
		Опушение, ость, подковка	22	22												
		Опушение, ость, без подковки	21	19						1	1					
		Без опушения, ость, без подковки	11									3	8			
Опушение, ость, без подковки	Московская обл., 2006	Культурный овес	21	19						1	1					
		Опушение, ость, подковка	29	25							1	2	1			
		Опушение, ость, без подковки	41	36								2	3			
		Без опушения, ость, без подковки	11											3	8	

залась с опушением, остью и подковкой. Часть семян имеют опушение и ость, но без подковки. Все три варианта этих фатуоидов имеют одинаковый I тип спектра авенина, одно зерно имеет VIII тип.

Культурные формы обнаружены также в потомстве фатуоидов с остью, опушением, без подковки. В потомстве этих фатуоидов есть неизменившиеся морфологически формы и различные варианты изменений. У всех этих фатуоидов преобладает I тип спектра авенина и несколько других типов, встречающихся у сорта Привет. Выше отмечена высокая частота встречаемости VII и VIII типов спектров у фатуоидов без опушения. Эта же связь наблюдается в потомстве. У форм без опушения преобладают VII и VIII типы спектра авенина. Новых типов спектра не обнаружено.

Таким образом, в потомстве фатуоидов, выделенных из сорта Привет, обнаружены как различные варианты фатуоидов, так и культурные формы. Судя по характеру электрофоретических спектров авенина, генетически все потомство фатуоидов идентично сорту Привет. Эти факты — еще одно свидетельство в пользу того, что фатуоиды целесообразно относить к сорнякам.

### Заключение

Фатуоиды, характеризующиеся морфологическими признаками, промежуточными между сортом Привет и овсюгом, по электрофоретическим спектрам авенина идентичны сорту Привет. Это согласуется с данными, полученными при изучении однородных сортов овса, процитированных выше исследователями. Следовательно, для полиморфного сорта Привет, как и для однородных сортов овса, электрофорез авенина может быть рекомендован для определения природы фатуоидов в партиях семян.

Электрофорез проламинов следует использовать при оценке сортовой чистоты партий зерна овса в слу-

чае появления фатуоидов и вероятности засорения партии овсюгом. Присутствие фатуоидов не должно служить основанием для выбраковки партии семян без характеристики сорта по спектрам авенина. Только обнаружение в партии семян спектров авенина, отличающихся от спектров, специфичных для анализируемого сорта овса, может свидетельствовать о наличии примеси овсюга или гибридов между овсюгом и сортом.

На основании результатов исследования можно заключить, что электрофорез авенина — объективный и надежный метод лабораторного семенного контроля как для однородных, так и для полиморфных сортов овса.

### Литература

1. Лопатин А. Н. Влияние условий выращивания на появление фатуоидных форм в посевах овса / Автореф. канд. дис. — Л., 1987.
2. Аванесова Л. Д., Укладов И. И. / Агротех. селекция и семеновод. с.-х. культур в Приморье. — Новосибирск, 1981. С. 37 — 41.
3. Гаврилюк И. П., Губарева Н. К., Конарев В. Г. / Селек. и семеновод. 1984. № 11. С. 11 — 12.
4. Конарев В. Г. Белки растений как генетические маркеры. — М.: Колос, 1983. — 320 с.
5. Bikelmann U., Leist N. / Biochem. Identificat. Var et. Sympos. ISTA. 1988. P. 203 — 210.
6. Gavriljuk I., Gubareva N., Konarev V. / Seed Sci. Technol. 1984. P. 529 — 533.
7. Губарева Н. К., Юмагузина Х. А., Павлова Н. Е. / Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1987. Т. 114. С. 76 — 81.
8. Зеленская Я. Г., Конарев А. В., Лоскутов И. Г. и др. / Аграрная Россия. 2004. № 6. С. 50 — 58.
9. Перечень возделываемых в СССР сортов овса с белковыми формулами / Под ред. В. Г. Конарева. — Л.: ВИР, 1987. — 15 с.
10. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / Под ред. В. Г. Конарева. — СПб., 2000. — 147 с.

Губарева Н. К., канд. биол. наук;

Мартыненко Н. М.

ГНУ ГНЦ РФ им. Н. И. Вавилова

a.konarev@vir.nw.ru

Литовченко М. И., канд. с.-х. наук

ФГОУ ВПО СПбГАУ